

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-257115

(43)Date of publication of application : 17.10.1990

(51)Int.Cl.

G02B 27/00
G02B 13/18
G11B 7/135
G11B 11/10

(21)Application number : 01-076594

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 30.03.1989

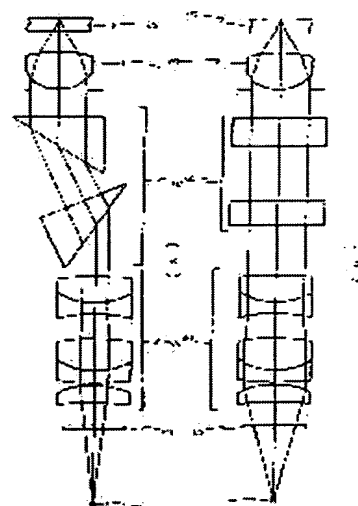
(72)Inventor : ARAI NORIKAZU

(54) OPTICAL SYSTEM FOR RECORDING AND REPRODUCING OF OPTICAL INFORMATION MEDIUM

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the generation of the focus movement and astigmatism arising from a change in the oscillation wavelength of a semiconductor laser by constituting the optical system of a means for expanding one direction of the luminous flux emitted from a collimator lens to approximate the intensity distribution of the luminous flux to a circular shape and an objective lens which has a focusing function and further focuses the luminous flux.

CONSTITUTION: This optical system is constituted of at least the semiconductor laser light source 1, the collimator lens 2 which has the positive focal length to collimate the divergent light from this light source 1 to nearly the collimated beams of light, the means which expands the luminous flux diameter in one direction of the luminous flux emitted from the collimator lens 2 to approximate the intensity distribution of the luminous flux to the circular shape and the objective lens 3 which has the focusing function and further focuses the luminous flux. The deterioration in the focusing spot by the change in the oscillation wavelength arising from the mode hop and output change of the semiconductor laser 1 is lessened over the entire part of the optical system according to this constitution in spite of using the single lens which is formed by using an acrylic resin and is not corrected in chromatic aberration. The optical system for recording and reproducing of the optical information medium optimum for the case in which the oscillation wavelength of the semiconductor laser changes sharply is obtd. in this way.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-257115

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)10月17日

G 02 B 27/00

E

8106-2H

13/18

8106-2H

G 11 B 7/135

Z

8947-5D

11/10

Z

7426-5D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 光情報媒体の記録再生用光学系

⑮ 特 願 平1-76594

⑯ 出 願 平1(1989)3月30日

⑰ 発 明 者 荒 井 則 一 東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

⑱ 出 願 人 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

⑲ 代 理 人 弁理士 佐藤 文男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光情報媒体の記録再生用光学系

2. 特許請求の範囲

(1) 少なくとも半導体レーザー光源と、該光源からの発散光をほぼ平行な光束にするための正の焦点距離を有するコリメーターレンズと、該コリメーターレンズを出た光束の一方を拡大して光束の強度分布を円上に近づける手段と、合焦機能を有し上記光束をさらに集束させる対物レンズとから構成される情報記録面に集光する為の光学系であって、上記コリメーターレンズは、下記の条件で示す色収差を持つことを特徴とする光情報媒体の記録再生用光学系

$$\frac{1}{2}n > \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} > \sqrt{2a}, \quad \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} < 0$$

$$\text{但し } a = -\frac{2(\gamma^2+1)\gamma^2}{3\gamma^4-2\gamma^2+3} \left(\frac{f_c}{f_o}\right)^2 \frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$$

f_c : コリメーターレンズの焦点距離f_o : 対物レンズの焦点距離

γ : 光束の拡大率 (γ > 1)

 $\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$: コリメーターレンズの軸上色収差 $\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$: 対物レンズの軸上色収差 ($\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda} > 0$)

但し $\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$ 、 $\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$ に関しては、半導体レーザーのカバーガラス、光情報媒体の保護層による影響を含めた値である。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体レーザー光源を用いた光情報媒体の記録再生用光学系、特に該半導体レーザーから放出される楕円上の強度分布を円上の強度分布へと近づけるための補正光学系を含み、また該半導体レーザーの発振波長が急激に変化する場合に最適な光情報媒体の記録再生用光学系に関する。

(従来技術)

光ディスク等の光情報記録媒体への記録、再生装置に用いられる光学系で、近年最も一般的なものは、第2図に示すように、光源1を出た光をコリメーターレンズあるいはカップリングレンズ2と

対物レンズ3とで情報記録面4に集光するものである。コリメータレンズあるいはカップリングレンズ2は、光源からの発散光を平行光ないしそれに近くまで発散の程度を減じるもので、その結像倍率を m_c とすれば

$$|1/m_c| < 1/4$$

の程度で用いられる。ここでは、この範囲で用いられる集束レンズをコリメータと呼ぶ。また、この光学系では、光ディスク等の面振れに対しては、対物レンズ3を光軸方向に動かすことによってフォーカシングを行なっている。

コンパクトディスクの再生光学系における対物レンズの代表的なものとして、焦点距離が4.5mm、NA0.45でアクリル系の樹脂を材料とした非球面レンズが実用化されている。一方、コリメータレンズは、焦点距離が17mm、NA0.14のものが代表的であり、1群2枚構成のものが多く使われているが、対物レンズ、コリメータレンズ共に色収差が補正不足である。

また近年、大型電子計算機やパーソナルコンピ

ューターの記憶装置の記憶媒体として、光情報媒体として光ディスクなどの光情報媒体を利用することが研究されている。光ディスクにも種々のタイプがあるが、直径が130mmの光磁気ディスクの記録再生用光学系では、対物レンズの代表的なものとしては焦点距離が4.3mm、NA0.53、またコリメータレンズは焦点距離が8~12mm、NA0.34~0.25のものが用いられる。これは記録を行なうために半導体レーザーの光量を効率良く取り込む必要があるためである。

一方、光源として用いられる半導体レーザーは、接合面に水平な方向と垂直な方向では発散光束の拡がり角が異なるものが一般的である。従って、上述のようなNAの大きいコリメータを用いた場合、コリメータレンズを射出する光束はその断面が楕円状の強度分布を持つ。この光束を有効に使うには、楕円の短軸方向の光束径を拡大し光束が、ほぼ円形になるように補正する手段を必要とする。光磁気ディスクの記録再生用光学系では、波面収差を良好に保ちつつこれを実現するために、

- 3 -

アナモフィックプリズムを用いる。

第3図にアナモフィックプリズムを用いた光束径の補正用光学系を示す。第3図(a)が接合面に平行方向に対応し、拡がり角の少ない光束をコリメータレンズで平行光束にしたために、光束径が小となったのをアナモフィックプリズムで拡大している。第3図(b)は接合面に垂直な方向に対応し、この方向のビーム径は変らない。光束の拡大率 γ は第3図(a)から

$$\gamma = A' / A \quad (1)$$

で表わされる。

一般に半導体レーザーは、温度などの外部環境によりモードホップを起し、発振波長が急激に変化する。また記録時には低出力で読みとり、高出力でデータ部に記録しようとする、同様に、出力変化による発振波長が変化する。この波長変化が急激なために、フォーカシングサーボが追従できない程度に光学系の焦点位置が急激に変化し、記録エラー、再生エラーを結果する。

もっとも、コンパクトディスク再生装置におい

- 4 -

ては、再生専用であるため半導体レーザーの出力は一定である。また記録された信号に誤り訂正符号が含まれており、モードホップが起きても再生音には影響がないようになっている。

しかし、光磁気ディスク記録再生装置の場合は、このようなエラーは装置の信頼性を低下させる。このために、半導体レーザーの発振波長が急激に変化しても焦点位置の変化が、焦点深度内におさまるように色収差の補正が必要となる。

上記の焦点距離が4.3mm、NA0.53の対物レンズを球面レンズの組合レンズで構成すると、重量が0.5g程度と重くなる。一方、コンピューターの記憶装置は、アクセスタイムが短いことが重要であるが、対物レンズの重量が大きいことがアクセスタイムの短縮の妨げになっていた。

このような問題点を解決しようとするものとして特開昭61-3110号公報記載の対物レンズが見られる。しかし、このレンズには、①非球面を含む接合レンズであるため芯出しが困難である。②1群2枚構成のため全軸上厚が単レンズの場合

と比較して厚いため、作動距離が短くなってしまう。③プレスガラスレンズとして面精度を確保するにはレンズ材質が制限されるので、自由に分散を選ぶことが困難となる。④像高を確保するには、非球面レンズ同士を接合する必要があるので高価となる。等の問題がある。

このような問題点を解決する手段として、次に、対物レンズには通常の非球面単レンズを用い、コリメーターレンズに補正過剰な色収差を持たせ、光学系全体で色収差を補正することで、対物レンズの軽量小型化と色収差の補正とを両立させた光学系が提案された。(特開昭62-269922号公報)

しかしながら、アナモフィックプリズム等を用いて、一方向の光束を拡大するような手段が光学系に含まれている場合、上述のような色収差を補正過剰にしたコリメーターレンズを使用して光学系全体の色収差を完全に補正した場合、波長の変化に対しての焦点移動はない代わりに非点収差が発生し、これが収束スポットの形状に悪影響を及

ぼすことが指摘されている。(MICRO OPTICS NEWS Vol.6 No.3 P.48~P.53 (1988))

(この発明が解決しようとする問題点)

この発明は、アナモフィックプリズム等を用いて一方向の光束を拡大するような手段が含まれている光情報媒体の記録再生用光学系において、コリメーターに適当な色収差を持たせ、非点収差による波面収差とのバランスを取ることによって、光学系が複雑になって大型化し、重量が増加するようなことなく、全体として、半導体レーザーの発振波長変化にともなう焦点移動と非点収差の発生を必要十分な量に抑えた光学系を得ようとするものである。

(問題を解決するための手段)

本発明の光情報媒体の記録再生用光学系は、第1図に示すように、少なくとも半導体レーザー光源と、該光源からの発散光をほぼ平行な光束にするための正の焦点距離を有するコリメーターレンズと、該コリメーターレンズを出た光束の一方向の光束径を拡大して光束の強度分布を円状に近づ

- 7 -

ける手段と、合焦機能を有し、該光束をさらに集束させる対物レンズとから構成される情報記録面に集光する為の光学系であって、上記コリメーターレンズは、下記の条件で示す色収差を持つことを特徴とする。

$$\frac{1}{2}a > \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} > \sqrt{2}a, \quad \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} < \phi$$

$$\text{但し } a = -\frac{2(\gamma^2+1)\gamma^2}{3\gamma^4-2\gamma^2+3} \left(\frac{f_c}{f_o}\right) = \frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$$

f_c : コリメーターレンズの焦点距離

f_o : 対物レンズの焦点距離

γ : 光束の拡大率 ($\gamma > 1$)

$\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$: コリメーターレンズの軸上色収差

$\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$: 対物レンズの軸上色収差 ($\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda} > 0$)

但し $\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$ 、 $\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$ に関しては、半導体レーザーのカバーガラス、光情報媒体の保護層による影響を含めた値である。

(作用)

第1図の光学系において、コリメーターの焦点距離を f_c 、対物レンズの焦点距離を f_o 、光束の

- 8 -

拡大率を γ ($\gamma > 1$) とする。

コリメーターレンズ、対物レンズの軸上色収差を、上記のようにバックフォーカス f_{nc} 、 f_{no} の基準使用波長近傍における波長に対する偏微分で表わし

$$\text{それぞれ } \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}, \quad \frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda} \text{ とする。}$$

尚、 $\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$ は半導体レーザーのカバーガラス

$\frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda}$ は光情報媒体の保護層による影響

を含めた値である。

半導体レーザーの接合面に平行な方向を y 方向、垂直な方向を z 方向とする。 y 方向では、コリメーターレンズの焦点距離が実際のコリメーターレンズの焦点距離 f_c の γ 倍になった光学系と等価であると考えられる。

このとき $\Delta \lambda$ の波長変化があったときの y 方向、 z 方向それぞれの焦点移動量を Δy 、 Δz とすると

$$\Delta y = \left\{ \left(\frac{f_o}{\gamma f_c} \right) = \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} + \frac{\partial f_{no}}{\partial \lambda} \right\} \Delta \lambda \quad (2)$$

$$\Delta z = \left(\left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} + \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \right) \Delta \lambda \quad (3)$$

従って $\gamma > 1$ の場合、非点隔差 $S = \Delta y - \Delta z$ が生じる。

非点隔差が存在した場合、その回折焦点はサジタル焦線とタンジェンシャル焦線の中間にあることが知られている（光学の原理Ⅱ、マックスボルン、エミル・ウォルフ著、草川徹、横田英嗣訳：東海大出版会（1978）P.701）。

従って焦点シフト量は $d = (\Delta y + \Delta z) / 2$ で表わすことができる。

光情報媒体の記録再生用光学系のように回折限界性能を有する光学系においては、その性能を波面収差で表わすことが望ましい。

デフォーカス量 d が存在するとき発生する波面収差の rms 値を ΔW_d 、非点隔差 s が存在するとき発生する波面収差の rms 値を ΔW_s とすると

$$\Delta W_d = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{3}} |d| \quad (4)$$

$$\Delta W_s = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{6}} |s| \quad (5)$$

- 11 -

$$= \frac{(NA)^2}{16 \times 6} \left[2 \left(-\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\gamma^2} \right) \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} + \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \right)^2 + \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} \right)^2 \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \left(\frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} \right)^2 \right] (\Delta \lambda)^2 \quad (9)$$

式中 [] の中を X とおくと、 X が最小となる $\frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda}$ を求めればよい。

ここでは計算を見やすくするために、仮りに

$$b \equiv 1 + \frac{1}{\gamma^2} \quad C \equiv 1 - \frac{1}{\gamma^2}$$

$$k \equiv \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2$$

$$x \equiv \frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda}$$

$$y \equiv \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda}$$

とおくと

$$X = 2 \left(-\frac{1}{2} b k x + y \right)^2 + k^2 c^2 x^2 \\ = k^2 \left(-\frac{1}{2} b^2 + c^2 \right) x^2 + 2 b k y x + 2 y^2 \quad (10)$$

X が極値（最小値）を持つ条件は $\frac{dX}{dx} = 0$

より求める。

従って、式（10）より

但し、 NA は対物レンズの開口数である。

（2）（3）（4）（5）式から

$$\Delta W_d = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{3}} \left| \left(\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\gamma^2} \right) \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} + \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \right) \right| \Delta \lambda \quad (6)$$

$$\Delta W_s = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{6}} \left| \left(1 - \frac{1}{\gamma^2} \right) \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} \right| \Delta \lambda \quad (7)$$

で表わされる。

デフォーカスによって発生する波面収差と、非点隔差を有した場合に回折焦点に合焦したときに発生する非点収差とは、直交関係にあり、従って、合成された波面収差の rms 値を ΔW_T とすると

$$\Delta W_T = \sqrt{(\Delta W_d)^2 + (\Delta W_s)^2} \quad (8)$$

で表わされる。

$$\frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} > 0 \text{ として、} \Delta W_d, \Delta W_s, \Delta W_T$$

と $\frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda}$ の関係を模式的に第4図に示す。

図からわかるように ΔW_T には最小値があることがわかる。

（6）（7）（8）式から

$$(\Delta W_T)^2 = (\Delta W_d)^2 + (\Delta W_s)^2$$

- 12 -

$$\frac{dX}{dx} = 2k^2 \left(-\frac{1}{2} b^2 + c^2 \right) x + 2bky = 0$$

$$\therefore x = \frac{b}{\left((1/2)b^2 + c^2 \right) k} y \quad (11)$$

変数を元に戻すと

$$\frac{\partial f_{sc}}{\partial \lambda} = \frac{2(\gamma^2 + 1)\gamma^2}{3\gamma^4 - 2\gamma^2 + 3} \left(\frac{f_o}{f_c} \right)^2 \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \quad (12)$$

（11）を（10）に代入して

$$X = 4 \frac{c^2}{b^2 + 2c^2} y^2 \quad (13)$$

変数を元に戻すと

$$X = 4 \frac{(\gamma^2 - 1)^2}{3\gamma^4 - 2\gamma^2 + 3} \left(\frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \right)^2 \quad (14)$$

（9）より

$$\Delta W_T = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{6}} \frac{2(\gamma^2 - 1)}{\sqrt{3\gamma^4 - 2\gamma^2 + 3}} \left| \frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda} \right| \Delta \lambda \quad (15)$$

すなわち、 f_c 、 f_o 、 $\frac{\partial f_{so}}{\partial \lambda}$ 、 γ が与えら

るとき最適な色収差は式（12）で表わされ、そのときの波面収差の rms 値は（15）で表わされる。

今、コリメーターレンズとして色収差を補正したレンズを使用したときの波面収差を $\Delta \tilde{W}_T$ とすると式（6）（7）（8）より

$$\Delta \tilde{W}_T = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{3}} \left| \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} \right| |\Delta \lambda| \quad (16)$$

波面収差の改善率 α を

$$\alpha = 1 - (\Delta W_T / \Delta \tilde{W}_T) \quad (17)$$

で表わすと式 (15) (16) より

$$\alpha = 1 - \frac{\sqrt{2}(\gamma^2 - 1)}{\sqrt{3}\gamma^2 - 2\gamma^2 + 3} \quad (18)$$

第5図に γ と α の関係を示す。半導体レーザーの種類によるが、通常 γ は 1.5 ~ 3 の値が使われ、そのとき α は 52 ~ 24 % である。

第4図からわかるように ΔW_T は (12) の近傍ではほぼ一定である。

従って、コリメーターレンズの色収差 $\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda}$ は厳密に (12) を満たす必要はなく、下記の式 (19) を満足する条件を満たせばよい。

$$\frac{1}{2}a > \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} > \sqrt{2}a \quad (19)$$

但し、

$$a = -\frac{2(\gamma^2 + 1)\gamma^2}{3\gamma^2 - 2\gamma^2 + 3} \left(\frac{f_c}{f_o} \right) \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} \quad (20)$$

条件 (19) の上限をはずれるとデフォーカス

により波面収差が増大する。逆に下限を超えると非点収差により波面収差が増大し好ましくない。またこのように補正過剰な色収差を多く出すにはコリメーターレンズの構成枚数が多くなりコストアップにつながる。

なお、上記の説明は $m_c = \infty$ (波長 830nm) の場合について説明したが、前述のようにコリメーター倍率が $|1/m_c| < 1/4$ の範囲にあるものについても同様である。

(実施例)

以下この発明の実施例を示す。表中の記号は

r_i : 光源側から第 i 番目のレンズ面の頂点曲率半径

d_i : 光源側から第 i 番目のレンズ面間隔

n_i : 光源側から第 i 番目のレンズ材料の屈折率

γ_i : 光源側から第 i 番目のレンズ材料の d 線に対するアジベ数

をそれぞれ示す。また、非球面形状は面の頂点を原点とし、光軸方向を X 軸とした直交座標系において頂点曲率を C 、円錐定数を K 、非球面係数を

- 15 -

A_i 、非球面のべき数を P_i ($P_i > 2.0$) としたとき

$$X = \frac{C\phi^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2\phi^2}} + \sum_i A_i \phi^{P_i}$$

$$\phi = \sqrt{y^2 + z^2} \quad (C = 1/r)$$

で表される。なお、表中カバーガラス1、カバーガラス2はそれぞれ半導体レーザーのカバーガラス、光情報媒体のカバーガラスを表す。

基準設計波長は 830nm で、色収差は 800nm ~ 870nm の間の平均的なバックフォーカスの波長変化で表わす。尚、対物レンズの NA は 0.53 である。

(実施例)

$$f_c = 9.000$$

$$f_o = 4.250$$

$$\frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} = 0.119 \mu\text{m}/\text{nm} \quad \frac{\partial f_{nc}}{\partial \lambda} = 0.342 \mu\text{m}/\text{nm}$$

	r_i	d_i	n_i	γ_i
1 カバー	∞	0.250	1.50974	64.1
2 ガラス1	∞	2.000		
3	-21.00203	1.5000	1.76030	49.6
4 コリメ	-7.07861	0.2000		

- 16 -

5	ター	22.86752	1.0000	1.78268	25.4
6	レンズ	4.95156	2.8000	1.76030	49.6
7		-16.85726	2.1200		
8		-11.95837	1.0000	1.78268	25.4
9		4.95005	2.3000	1.76030	49.6
10		-47.75759	2.0000		
11	プリ	∞	5.0000	1.50974	64.1
12	ズム	∞	2.0000		
13	対物	2.65400	3.3000	1.49181	55.0
14	レンズ	-5.80700	1.7440		
15	カバー	∞	1.2000	1.57080	30.0
16	ガラス2	∞			

非球面係数 べき数

第13面

$$K = -6.35980 \times 10^{-1}$$

$$A1 = 7.86040 \times 10^{-4} \quad P1 = 4.0000$$

$$A2 = -5.40440 \times 10^{-5} \quad P2 = 6.0000$$

$$A3 = -1.65530 \times 10^{-6} \quad P3 = 8.0000$$

$$A4 = -4.23850 \times 10^{-7} \quad P4 = 10.0000$$

第14面

$$\begin{aligned}
 K &= -2.45790 \times 10 \\
 A1 &= -1.10000 \times 10^{-3} & P1 &= 4.0000 \\
 A2 &= 1.38650 \times 10^{-4} & P2 &= -6.0000 \\
 A3 &= -5.23950 \times 10^{-6} & P3 &= 8.0000 \\
 A4 &= -2.36620 \times 10^{-7} & P4 &= 10.0000
 \end{aligned}$$

$$\gamma = 2 \text{ のとき } \quad a = -0.496 \mu\text{m}/\text{nm}$$

この実施例では

$$\frac{\partial f_{\text{Bc}}}{\partial \lambda} = 0.690 a \text{ であり (19) 式を満足している。}$$

$$(6)(7)(8) \text{ に } \gamma, f_n, f_c, \frac{\partial f_{\text{Bc}}}{\partial \lambda}, \frac{\partial f_{\text{Bd}}}{\partial \lambda}$$

を代入すると

$$\Delta W_d = 2.892 \times 10^{-3} |\Delta \lambda|$$

$$\Delta W_s = 1.640 \times 10^{-3} |\Delta \lambda|$$

$$\Delta W_T = 3.325 \times 10^{-3} |\Delta \lambda| \text{ となる。}$$

(発明の効果)

(16) 式によれば ΔW_T の最適値は $3.122 \times 10^{-3} |\Delta \lambda|$ であり、この実施例の ΔW_T は、上記のように $3.325 \times 10^{-3} |\Delta \lambda|$ であるので、最適値と 6.5% しか違わない。

また ΔW_T は $4.825 \times 10^{-3} |\Delta \lambda|$ で、このときの改善率は 31% である (最適値では 35%)。

今 10nm の波長変化があったとき、この実施例では $\lambda = 830\text{nm}$ として $\Delta W_T = 0.040 \lambda_{\text{rms}}$ の波面収差の変化であり、これは回折限界を示すマレシャルの許容値 $0.07 \lambda_{\text{rms}}$ より小さく集束スポットへの影響はわずかである。

以上のようにこの発明の光学系は、アクリル系樹脂を使用した色収差の補正されていない単レンズを使用しても、光学系全体で半導体レーザーのモードホップや出力変化にともなう発振波長変化による集束スポットの劣化を小さくすることができる。

この種の対物レンズは重量が 0.1g 程度と従来この種の目的に使われていたガラスレンズと比較して 1/5 程度の重量であり、また、ガラス製の非球面レンズを使用した 1 群 2 枚の対物レンズと比較しても 1/3 程度の重量である。

また、対物レンズの製造コストも現在大量安価に生産されている CD 用非球面プラスチック対物

- 19 -

レンズと同程度のコストですみ、システム全体として従来の光学系と比較して安価に生産出来る。

さらに、近年、不均質レンズ、マイクロフレネルレンズ、球面レンズに非球面形状を有する薄い透明材料を接合したハイブリッドレンズ等も対物レンズに用いられているが、このような色収差の補正されていないものもこの発明の光学系の対物レンズとして使用することが出来る。また、従来からよく使われている特開昭 55-4068 号公報記載のような 2 群 3 枚構成の対物レンズは凸レンズに分散の小さい材料、凹レンズに分散の大きい材料を使用することで、ある程度の色補正が可能であり、この場合はコリメーターレンズの色収差補正過剰量を減らすことが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の光学系の構成を示す断面図で (a) は半導体レーザーの接合面に水平な方向、(b) は半導体レーザーの接合面に垂直な方向の光軸を含む断面図である。

第 2 図は、従来例の基本構成図、第 3 図は光束

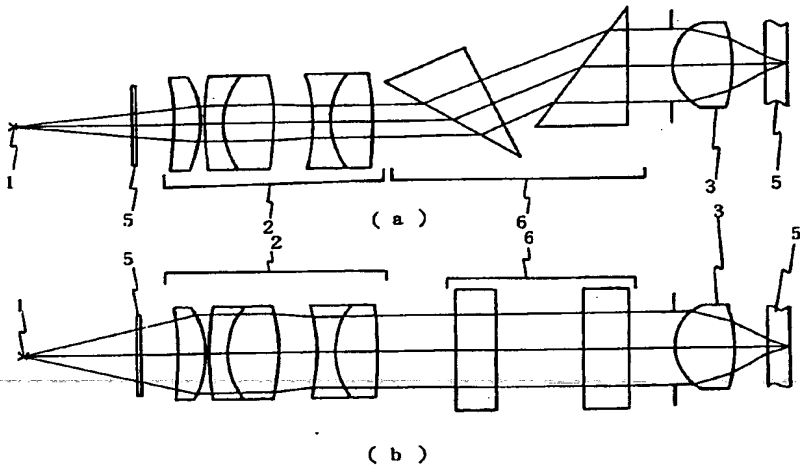
- 20 -

の一方方向を拡大するためのアナモフィックプリズムの光軸を含む 2 方向の断面図、第 4 図は、コリメーターの色収差と各波面収差の rms 値との関係を示す図、第 5 図は、光束の拡大率と波面収差の改善率との関係を表わす図である。

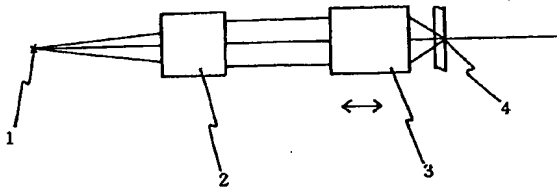
- 1 : 光源 (半導体レーザー)
- 2 : コリメーターレンズ
- 3 : 対物レンズ
- 4 : 情報記録面
- 5 : カバーガラス
- 6 : アナモフィックプリズム

特許出願人 コニカ株式会社
出願人代理人 弁理士 佐藤文男
(他 2 名)

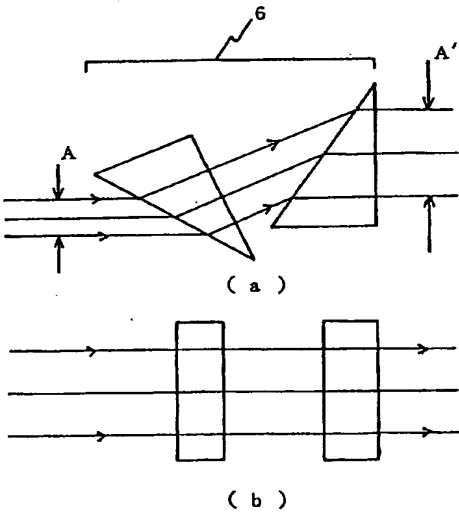
第 1 図

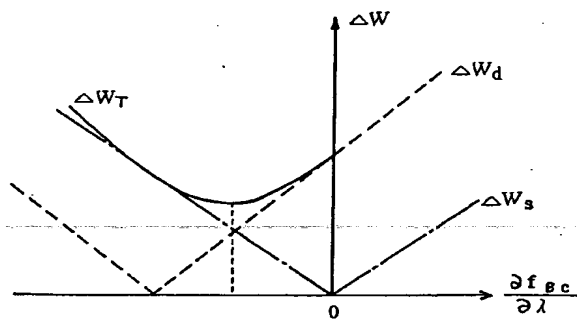


第 2 図

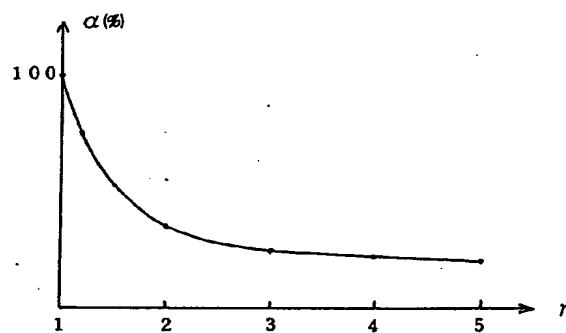


第 3 図





第 4 図



第 5 図